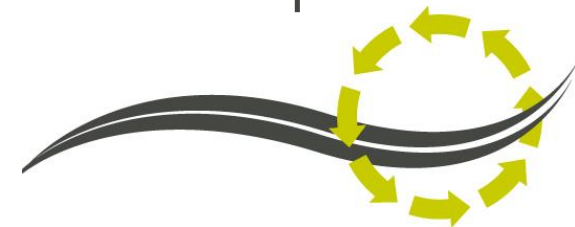


Caractérisation des bitumes

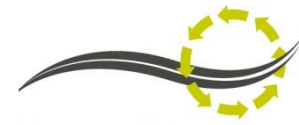
PN MURE

L. Boulangé / V. Mouillet / J.A. Decamps



PN MURE - ANR IMPROVMURE

Extraire et récupérer le liant des Agrégats d'Enrobés

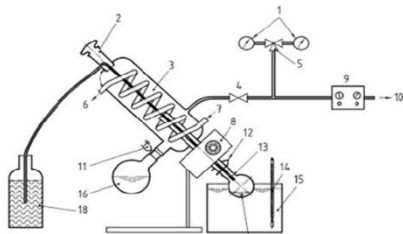


Les méthodes normalisées

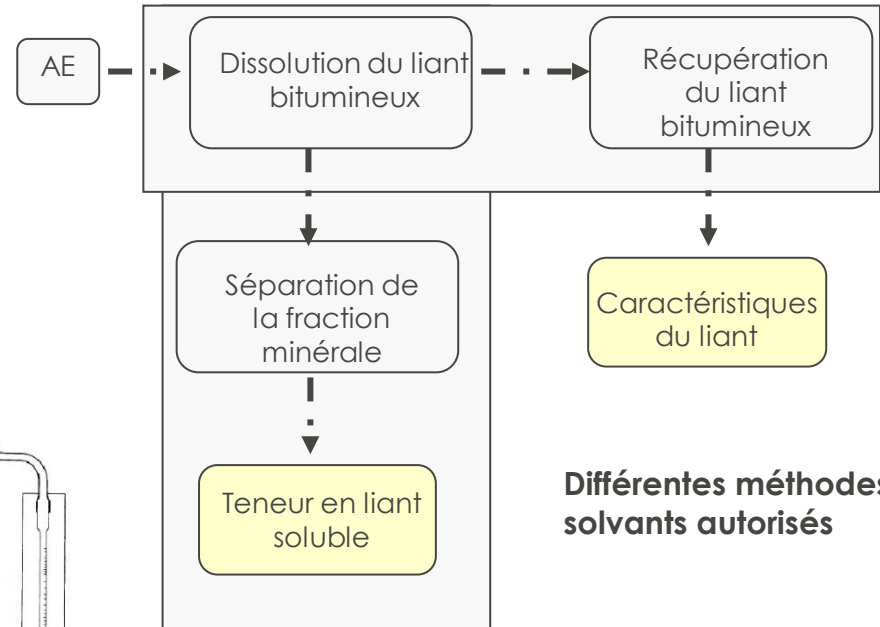
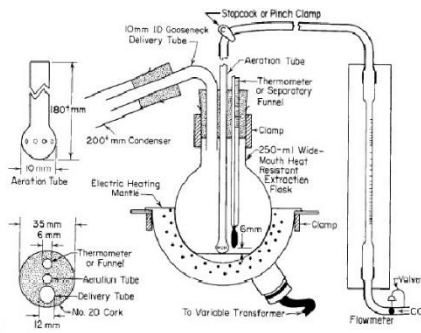


EN 12697-3 :
récupération
du liant

EN 12697-1 :
extraction du
liant



- | | | |
|------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 Manometer | 8 Rotation motor | 15 Oilbath |
| 2 Air stop valve | 9 Pressure-reducing valve | 16 Recovery flask |
| 3 Condenser | 10 To vacuum pump | 17 Distillation flask |
| 4 Air inlet | 11 Screw clamp | 18 Bituminous solution |
| 5 Coupling valve | 12 Spring clamp | |
| 6 Water outlet | 13 Delivery tube | |
| 7 Water inlet | 14 Thermometer | |



Différentes méthodes et solvants autorisés

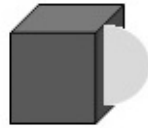
Stratégie de l'approche expérimentale

Décomposer le mélange



Mouillage

Création d'interface

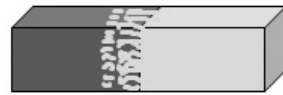


Evaluer l'étalement



Remobilisation

Création d'interphase



Evaluer la diffusion



Miscibilité

Mélange



Evaluer la dispersion



Cas homogène

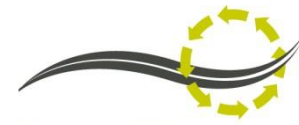


Application de
la
méthodologie
aux enrobés

3

Méthodologie

Etudier l'étalement du bitume sur le granulat / agrégat

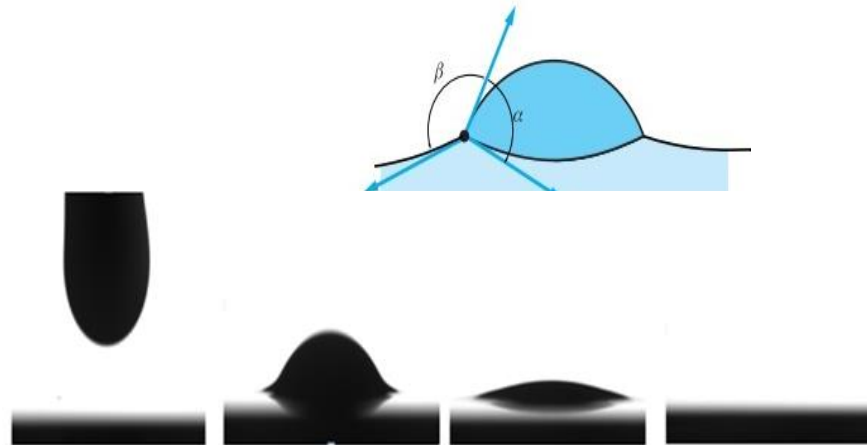


Suivi de la cinétique d'étalement

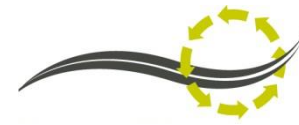
Cas de mouillage particulier
liquide/liquide

Introduction d'un indicateur
d'étalement

temps d'étalement SPT



Remobiliser le liant



Comment définir la remobilisation ?

Double-enrobage
initial



Mélange
partiel



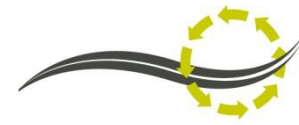
Remobilisation
= capacité du liant neuf à
rendre « mobile » le liant vieilli

Comment l'étudier ?

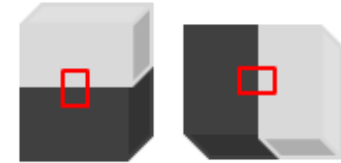


Etude locale de la migration des liants
par le déplacement de traceurs
chimiques du vieillissement

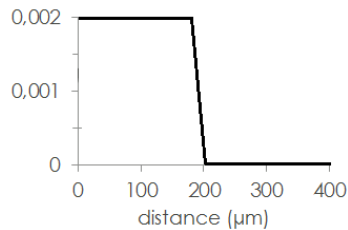
Comment évaluer la remobilisation?



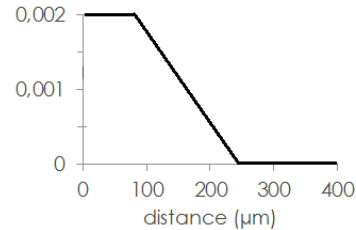
- Etude modèle sur des échantillons liant neuf/liant vieilli
- Observation de profils de concentration en fonctions carbonyles (C=O) sur une distance



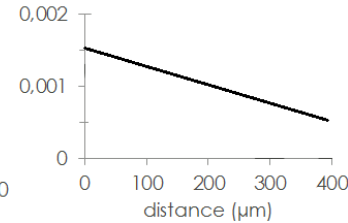
Remobilisation faible



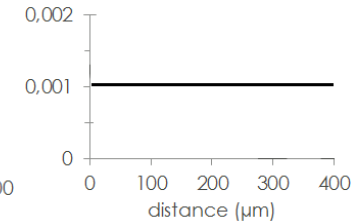
Remobilisation partielle

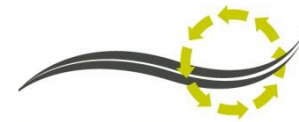


Remobilisation Totale Non homogène



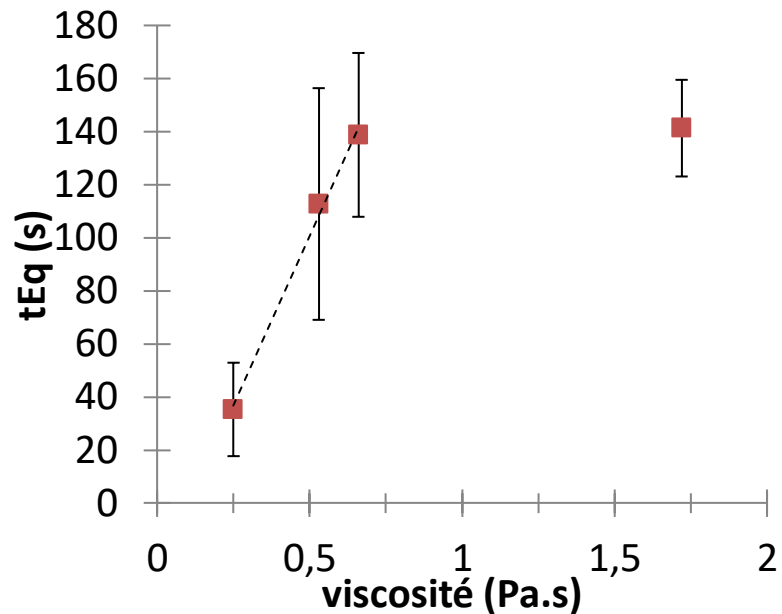
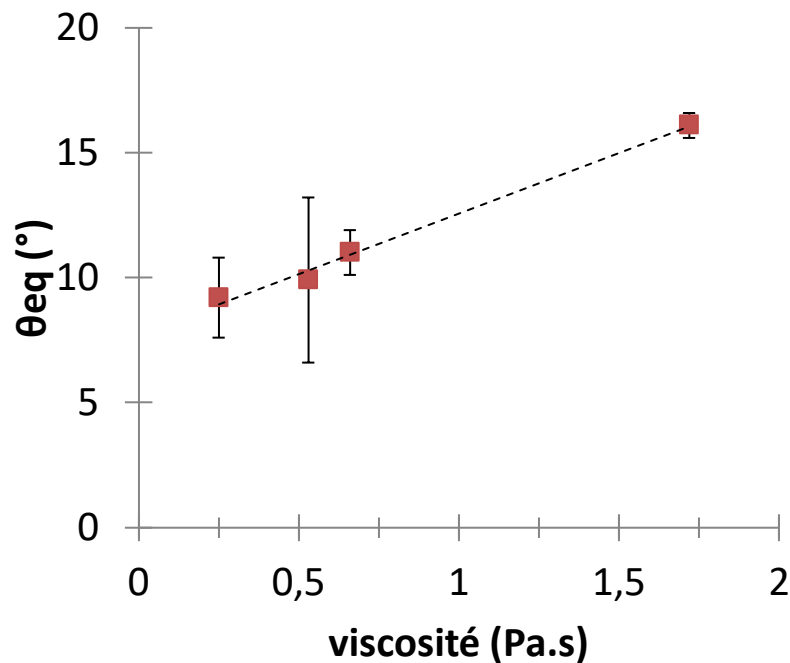
Remobilisation Totale Homogène





Influence du bitume à 130°C

- ➔ Exemple : Mouillage à 130°C de 4 bitumes sur roche polie

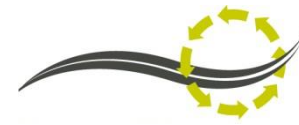


Le mouillage est gouverné par la viscosité du bitume

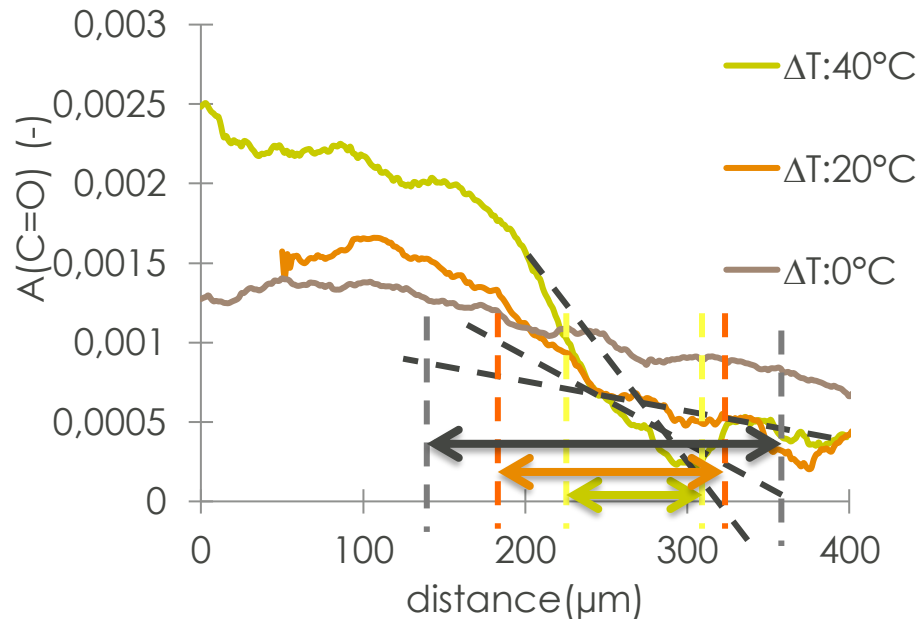
Une viscosité plus faible favorise le mouillage, les tendances sont linéaires

Stabilisation du temps d'étalement pour une viscosité > 1 Pa.s

Remobilisation



Influence de la température du liant vieilli

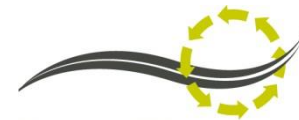


ΔT (°C)	Pente ($10^{-6} \mu\text{m}^{-1}$)	Zone de remobilisation (μm)
40	11	158
20	5	204
0	2	305

Critère de remobilisation totale: pente inférieure à $6 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}^{-1}$

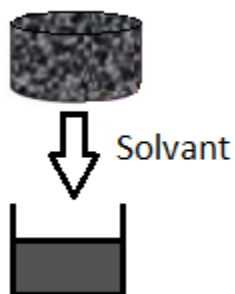
Remobilisation totale à partir d'une différence de température égale à $\Delta T: 20^\circ\text{C}$

Principe du désenrobage

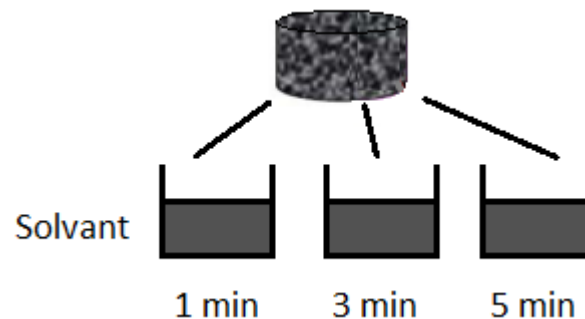


Apport d'une étape de séquençage

Désenrobage total :
le liant est extrait entièrement
une seule fois



Désenrobage séquencé :
le liant est extrait à différents temps
d'immersion dans des bains de
solvant

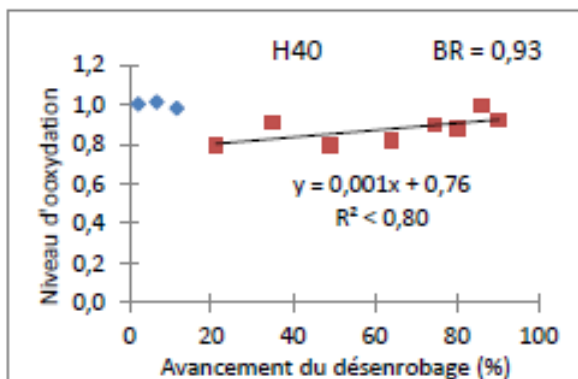


Désenrobage séquencé

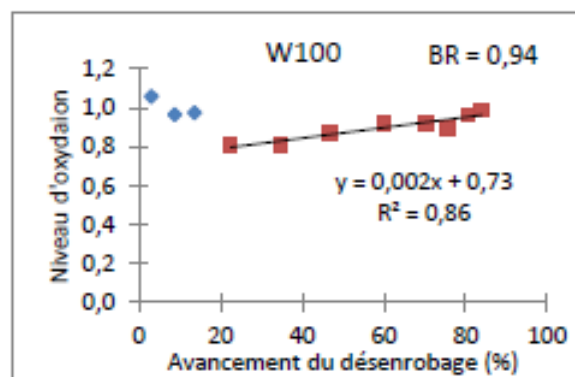
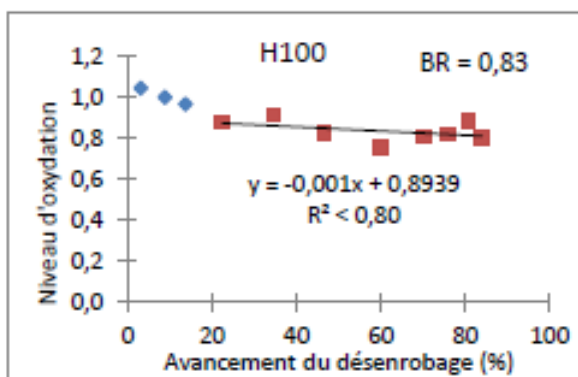
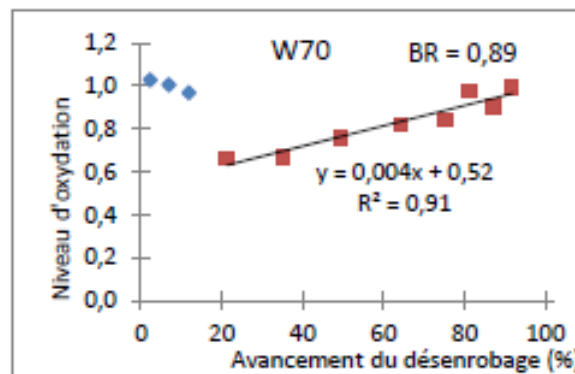


Application au recyclage chaud & tiède

Procédé à chaud



Procédé à tiède

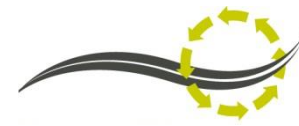


BR proche de 1

Degré de mélange entre liant d'apport & liant vieilli satisfaisant

Liant final est considéré comme homogène

Pour en savoir plus



Lecture conseillée

Articles de la Revue Générale des Routes et Aérodrômes

VASSAUX S., GAUDEFROY V., BOULANGE L., PEVERE A., MOUILLET V., *Identification des paramètres impactant l'enrobage des granulats*, Revue Générale des Routes et Aérodrômes, numéro spécial « Recherche et Innovation », Revue Générale des Routes et Aérodrômes, Numéro spécial Recherche & Innovation, Volume 949 (Octobre 2017), Page 40–45.

VASSAUX S., GAUDEFROY V., BOULANGE L., PEVERE A., MOUILLET V., *Homogénéité des liants bitumineux dans les enrobés incorporant des AE : méthode de qualification Chemomap*, Revue Générale des Routes et Aérodrômes, numéro spécial « Recherche et Innovation », Revue Générale des Routes et Aérodrômes, Numéro n°968, novembre 2019, pp 66-73.

POUGET S., MARSAC P., PEDRAZA A., SAUZEAT C., DI BENEDETTO H., GAUDEFROY V., BOULANGE L., MOUILLET V., *Caractérisation avancée des enrobés multirecyclés*, Revue Générale des Routes et Aérodrômes, numéro spécial « Recherche et Innovation », Revue Générale des Routes et Aérodrômes, Numéro n°968, novembre 2019, pp 54-65.

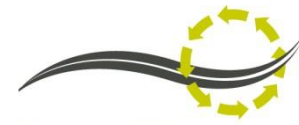
Thèses de doctorat

VASSAUX S., *Mouillabilité et miscibilité des bitumes: application au recyclage*, Thèse de l'Université de Montpellier, 27 novembre 2017, 226 pages.

NAVARO J., *Cinétique de mélange des enrobés recyclés et influence sur les performances mécaniques*. 25 mai 2011, Thèse de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers Paris Tech, 312 pages

Pour en savoir plus

Lecture conseillée



Articles de revues internationales de rang A

NAVARO J., BRUNEAU D., DROUADAIN I., POUTEAU B., COLIN J., DONY A., *Analyzing the influence of manufacturing conditions of reclaimed asphalt concrete on the characteristics of the asphalt binder: development of a gradual binder extraction method*, The European Physical Journal-Applied Physics (2012), vol. 58(2), pp. 62–75, doi.org/10.1051/epjap/2012110102

VASSAUX S., GAUDEFROY V., BOULANGE L., PEVERE A., MOUILLET V., MONTERO V., *Towards a better understanding of wetting regimes at the interface bitumen/aggregate during warm-mix process*, Construction and Building Materials (2017), vol. 133, pp. 182–195

VASSAUX S., GAUDEFROY V., BOULANGE L., JEAN SORO L., PEVERE A., MICHELET A., MONTERO V., MOUILLET V., *Study of remobilization phenomena at "reclaimed asphalt binder/virgin binder" interphases for recycled asphalt mixtures using novel microscopic methodologies*, Construction and Building Materials (2018), volume 165, pp. 846-858, doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.055

VASSAUX S., GAUDEFROY V., BOULANGE L., PEVERE A., MICHELET A., BARRAGAN-MONTERO V., MOUILLET V., *Experimental investigation of blending phenomena in intergranular zones of recycled asphalt mixtures using customized infrared imaging and stage extraction methods*, Construction and Building Materials (2019), volume 213, pp. 234-245, doi: [10.1016/j.conbuildmat.2019.04.045](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.045)

VASSAUX S., GAUDEFROY V., BOULANGE L., PEVERE A., MICHELET A., BARRAGAN-MONTERO V., MOUILLET V., *Assessment of the binder blending in bituminous mixtures based on the development of an innovative sustainable infrared imaging methodology*, Journal of Cleaner Production (2019), volume 215, pp. 821-828, doi: [10.1016/j.jclepro.2019.01.105](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.105)